

ÉLELMISZER TUDOMÁNY TECHNOLÓGIA

A MAGYAR ÉLELMISZER-TUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI EGYESÜLET
ÉS A KÖZPONTI ÉLELMISZER-TUDOMÁNYI KUTATÓINTÉZET
SZAKFOLYÓIRATA

**MÉTE XVIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencián
első helyezést elért előadások. Szeged, 2010. május 6.**



Szerkesztő bizottság:

Dr. Bánáti Diána
Dr. Véha Antal
Dr. Cserhalmi Zsuzsanna
Dr. Babinszky László
Dr. Balla Csaba
Csontos Csaba
Dr. Farkas József
Dr. Győri Zoltán
Dr. Hernádi Zoltán
Dr. Kovács Erzsébet
Dr. Salgó András
Dr. Szigeti Jenő

Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet - főszerkesztő
Szegedi Tudományegyetem - főszerkesztő
Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet - felelős szerkesztő
Kaposvári Egyetem
Budapesti Corvinus Egyetem
NESTLÉ Hungária Kft.
Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet
Debreceni Egyetem
Magyar Élelmiszer-tudományi és Technológiai Egyesület
Szegedi Tudományegyetem
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Nyugat-magyarországi Egyetem

Tartalom

<i>Hanyi Nóra – Sipos Péter: A magyar borok nehézfém tartalma</i>	1
<i>Török Kitti – Hajas Livia – Kormosné Bugyi Zsuzsanna – Tömösközi Sándor:</i>	
<i>Élelmiszer-feldolgozási folyamat allergén fehérjékre gyakorolt hatásának vizsgálata</i>	7
<i>Németh Anikó: Bifidobacterium lactis α-galaktozidáz enzim termelése különböző szubsztrátumokon</i>	12
<i>Frank Péter: Technológiai kísérletek a búza fuzárium toxinszennyezettségének csökkentésére</i>	16
<i>Kovács Anna – Soós Anita – Somogyi László: Egészségtudatos étrendbe illeszthető majonéz termék kifejlesztése</i>	20
<i>Polgár Virág: Az alapanyag tej transzglutamináz-enzimmel történő kezelésének vizsgálata</i>	
<i>a félkemény sajtok gyártásában</i>	22
<i>Lobár Péter – Rajkó Róbert: Húsipari szárítás és érlelés tervezése Excel környezetben</i>	25
<i>Polgár Anikó – Beszédes Sándor – Szabó Gábor – Hodúr Cecília: Mikrohullámú kezelések hatásának vizsgálata</i>	
<i>pektin enzimes lebontása során</i>	32
<i>Panyor Ágota – Szűcs Ferenc István – Vetrő Attila: Szeged innovációs teljesítményének vizsgálata</i>	37
<i>Szőllősi Dániel – Kovács Zoltán – Fekete Andás: Hőmérséklet hatása modell oldatok</i>	
<i>és almalevek elektronikus nyelvvel mért eredményeire</i>	40

Contents

<i>N. Hanyi – P. Sipos: Heavy metal content of Hungarian wines</i>	6
<i>K. Török – L. Hajas – Zs. Kormos-Bugyi – S. Tömösközi: Investigation of effects</i>	
<i>of food processing on food allergen proteins</i>	11
<i>A. Németh: Production and immobilization of α-galactosidase from Bifidobacterium lactis</i>	15
<i>P. Frank: Technological experiments to reduce Fusarium toxin contamination in wheat</i>	19
<i>A. Kovács – A. Soós – L. Somogyi: Production development of nutritionally healthy mayonnaise product</i>	21
<i>V. Polgár: Examination of transglutaminase enzyme treatment of the milk in the production of semi-hard cheeses</i>	24
<i>P. Lobár – R. Rajkó: Planning meat industrial drying and ripening processes with Excel</i>	31
<i>A. Polgár – S. Beszédes – G. Szabó – C. Hodúr: Examination of the effects</i>	
<i>of microwave irradiation on the enzymatical hydrolysis of pectin</i>	36
<i>Á. Panyor – F. I. Szűcs – A. Vetrő: Study on the innovational efficiency of Szeged</i>	39
<i>D. Szöllősi – Z. Kovács – A. Fekete: Effect of temperature on the results of model solution and apple juice</i>	
<i>measurements with electronic tongue</i>	43

A szerkesztésért felelős:
Szerkesztőség:

Kiadja és terjeszti:
Nyomdai előkészítés:

Megrendelhető és előfizethető:
Megjelenik negyedévente:
Hirdetések felvétele:

Dr. Cserhalmi Zsuzsanna

Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, KÉKI

1022 Budapest, Herman Ottó út 15. / 1537 Budapest, Pf.: 393. Telefon: 06-1/214-1248;
Fax: 06-1/355-8928; E-mail: ettszerkesztoseg@cfri.hu; Honlap: www.keki.hu;
MÉTE Kiadó, 1117 Budapest, Dombóvári út 6-8. E-mail: mail.mete@mtesz.hu;
Possum Lap- és Könyvkiadó, Nyomdai Kft., 2330 Dunaharaszti, Csontváry utca 16.
Felelős vezető: Vármagy László; Telefon: 06-24/531-007; E-mail: info@possumkft.hu
MÉTE 1117 Budapest, Dombóvári út 6-8. E-mail: mail.mete@mtesz.hu
Előfizetés egy évre: 6000 Ft.
MÉTE, 1117 Budapest, Dombóvári út 6-8. Telefon: 06-1/214-6691; Fax: 06-1/214-6692;
E-mail: mail.mete@mtesz.hu
ISSN: 2061-3954

Húsipari szárítás és érlelés tervezése Excel környezetben

Lobár Péter – Rajkó Róbert

Összefoglalás

Magyarország 2004-es Európai Unió csatlakozását követően a talpon maradt hazai húsipari cégeknek külföldi, tőkeerős vállalkozásokkal kell versenyezni a piacon. Nemcsak a fogyasztók piacán, hanem a beszerzési piacon is éles a küzdelem, hiszen a hazai sertés állomány 10-ről 3 millióra csökkent, tehát a folyamatos termelés érdekében az alapanyagok jelentős hányadát is az Európa Unió piacairól szerzik be a vállalatok, ahol is az alacsonyabb beszerzési ár az egyik döntő szempont, aminek következménye a nem standard minőség. Másrészt az értékesítési csatornák is beszűkültek és a magyar vevők érzékenysége miatt a kereskedők igyekeznek alacsonyan tartani az eladási árakat. Ezért a gyártóknak sokkal több változót kell figyelembe venni a gyártási időn kívül. Így a húsipari szárazárúknál nem elég a régi alapanyag arányokat használni. Ebből következik, hogy a húsipari szárazárú gyártást jellemző empirikus termelés helyett, a tudatos tervezésnek van helye, az alapanyag összetételének meghatározásától a klímaprogramozásig. Ehhez nyújt hatékony támogatást a cikkben ismertetett „szoftver”.

Bevezetés

A szárításos tartósítás az egyik legősibb tartósítási eljárás, de Magyarországon a húsiparban csak a második világháború után váltottak át a természetes érlelésről klíma berendezéssel végzett nedvesség elvonásra. „Szárításon – a szűkebb műszaki szóhasználat szerint – azokat a folyamatokat értjük, amelyek során szilárd vagy gáznemű anyagok nedvességtartalmának csökkenése fázisváltozás közben megy végbe.” (Imre, 1974). Hasonlítsuk össze ezt a meghatározást egy időben frissebb definícióval: „A szárítás szétválasztó művelet: a szilárd, a félkemény vagy folyékony nyersanyagot alakítja át szilárd terméké úgy, hogy energia bevezetésével a száradó anyag főleg folyadék tartalmát elpárologtatja.” (Mujumdar és Beke, 2002). Az Élelmiszerkönyv is hasonlóképpen fogalmaz: „17. Szárítás: Elsősorban sózással kombinált tartósítási mód, melynek során a szabályozott hőmérsékletű és páratartalmú levegőben a húskészítmény tömege és térfogata csökken.” A három meghatározás között érdemben nincs különbség. Így beláthatjuk, hogy maga a szárítás célja nem változott az elmúlt évek alatt, maximum a technikai eszközök lettek modernebbek. A szárítás a gyakorlati életben, nevezetesen a húsipar-

ban nem jelent mást, mint hogy a hústól vagy kolbász/szalámi masszától (szilárd fázis) vizet (folyadék fázis) vonunk el, azaz szétválasztjuk az említett két anyagot. A szétválasztás (szárítás, de a húsiparban ezt gyakran csak érlelésnek nevezzük): „8. Érlelés a) Érlelés: A húskészítmények megfelelő kémiai összetételét és ízanyagait kialakító – érlelőgyorsító nélkül, elsősorban a szárításhoz kapcsolódó – vízaktivitás csökkentéssel járó technológiai folyamatok összessége. b) Gyorsérlelés: Olyan mikrobiológiai (starter-kultúra), vagy kémiai eredetű anyagok alkalmazása, amelyek elősegítik a húskészítmények szabályozott, gyorsabb érlelését.” (Élelmiszerkönyv).

A szétválasztás jelen esetben egy harmadik anyaggal, a levegővel történik (gázfázis). „Az ipari szárítók 85%-a konvektív típusú, amely szárító közegként meleg levegőt vagy füstgáz-levegő keveréket használ.” (Mujumdar és Beke, 2002).

Így a tervezésnél három dolgot kell megvizsgálni:

1. A szárítandó anyag minősége.
2. Szárító közeg paraméterei.
3. Mennyi idő alatt kell elérnünk a kitűzött célt.

Az érlelés előtti alapfeltételek a szárítandó anyag szempontjából:

- ▶ Minimum 24 órája levágott állat húsa, melyet hűtve tároltak.
- ▶ Töltelékes szárazárúknál esetében csak kemény zsiradékot használunk: „Az egyes állatok zsírszövetének konzisztenciája a benne lévő három zsírsav, a palmitin-, sztearin- és olajsav arányától függ. A két előbbi a zsírszövetet szilárdítja, az utóbbi pedig puhává teszi.” (Bíró, 2002). „Minél keményebb valamely zsiradék, annál jobban ellenáll az avasodásnak. A kemény zsírsavak, mint pl. a sztearinsav, telítettek.” (Csiszár, 1964). Ezek a kemény zsírok gyakorlatban: a has, toka és 2 cm-nél vékonyabb hát, far szalonna, ezek puha zsírt nem tartalmazhatnak. A magas olajsav-tartalmú (puha) zsírok a füstölés alatt megfolyhatnak és esztétikai hiba mellett avasodhatnak, amely érzékszervileg érezhető hibát is okoz a szárazárúknál.
- ▶ Mindkét alapanyag hűtve tárolva 0-7 °C° maghőmérséklet között. A kutterrel lehetséges és ma már elterjedt a 0 °C°-nál alacsonyabb maghőmérsékletű alapanyagok aprítása és keverése (Eszes, 2010). Ez készterméknél szebb metszési lapot eredményez, de darálás esetében sem elfogadható hús esetében a 2 °C°-nál, a szalonnánál a 0 °C°-nál magasabb hőmérséklet, mert

törhet a massa, amelynek eredménye, hogy a finomra tört részek a burkolóanyag falára kikenődnek és ez akadályozhatja a vízelvétel ütemét és érzékszervi hibát is eredményezhet.

- ▶ Nem lehet rendellenes érési folyamat. Húsok esetében a PSE és DFD kizáró ok, illetve szalonnák esetében a peroxid számot szokták vizsgálni főlhasználás előtt.
- ▶ Kb. pH 5,6 hús esetében: „Az a pH érték, amelyenél az aminosavnak nincs töltése, az izoelektromos pont. Az egyes aminosavak töltésének függése a hidrogénion-koncentrációtól alapvető jelentőségű...” (Boross és Salgó, 2003). Az izomszövet fehérjeit (aktin, miozin, aktimiozin, tropomozin) alkotó aminosavaknál ez körülbelül 5,5-5,6 körül van (Lásztity, 1981).
- ▶ Mindkét alapanyag hibátlan érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezik.

Az alapfeltételek tisztázása után, következhet az anyaghányad (kémiai tervezés) meghatározása. Fontos megemlíteni, hogy a kémiai paraméterek kalkulálásánál a Magyar Élelmiszertudományi 1-3/13-1 számú előírása a húskészítményekről a mértékadó. Az Élelmiszertudományi előírások sajátossága a korábbi Magyar Szabványokkal szemben, hogy nem adnak meg semmilyen konkrét információt a felhasználható alapanyagra vonatkozóan, csak a minimum és maximum arányokat írják elő, például víz-fehérje hányados, zsír-fehérje hányados stb. Komplikálttá teszi a számítás elvégzését, hogy a szárázárak érlelése alatt a vízelvonás fizikai megnyilvánulása a termék tömegének csökkenése. E számítás elvégzéséhez a következő két képlet használatos:

$$m_{\text{víz}} = m_{\text{össztömeg}} - m_{\text{száraza}} \quad (1)$$

$$W = 100 \frac{m_{\text{víz}}}{m_{\text{nedvesa}}} \quad (2)$$

A képletekből látszik, hogy a füstölés és érlelés ideje alatt egy folyamatosan változó arányszámot kapunk a víz-fehérje hányadosra, amelynek az érlelési idő végére kisebbnek vagy egyenlőnek kell lennie az Élelmiszertudományban megadott értékkel. Az **1. ábrán** látható a kifejlesztett Excel táblázat (szofver) kémiai tervezést végző része.

A megfelelő cellába beírjuk a gyártásnap dátumát és a gyártani kívánt termék nevét. Az alapanyagok tételazonosítójának beírása után gördülő listából választjuk ki a recepttúrában előírt húst és szalonnát. A szofver figyelembe veszi a különböző minőségű alapanyag kémiai összetételét és automatikusan kiszámítja, hogy milyen arányban kell az egyes alapanyagot főlhasználni a homogén gyártás érdekében, ami mellett megfelel az Élelmiszertudományban deklarált száraz-

árakra vonatkozó kémiai paramétereknek. Megfelelés esetén zöld színűre, ha hibás az érték, akkor pirosra vált a cella és benne ríktó sárgára a számok. A szofverrel a számítások bármikor elvégezhetők és kiküszöböli a tévedés lehetőségét. Kiszámítja azt is, hogy az élelmiszertudományi paraméterek eléréséhez mennyi időt kell füstöléssel és érleléssel tölteni, azaz mikor lesz eladható állapotban a termékünk. Így a vevőinket minden időben ki tudjuk szolgálni, azonosan jó minőségű termékkel és kapacitásunkat hatékonyabban ki tudjuk használni. A vezetői munkát abban is segíti, hogy a várható kihozatali értéket előre kalkulálja, így ismert alapanyagárak esetén könnyen kiszámítható az önköltségi ár. Ez a funkció azért is előnyös, mert 2010-től minden húsipari terméknel számítani kell a húsalapanyag arányt százalékosan.

A gyártási nap végére az összes elkészített termék bekerül egy füstölő terembe (a füstölés alatt is a terem hőmérsékletét és páratartalmát kontroláljuk, ezért erről külön nem lesz szó csak az érlelés tervezésnél). A füstölés első napján leszárítják a termék felületét ezt követően kezdődik maga a füstölési eljárás. A szárazárak gyártásánál az úgynevezett hidegfüstölést alkalmazzuk, amely 10-20 °C között történik, és ez általában 5-14 napot vesz igénybe nem starter kultúrák termék esetében. A füstölési idő a bélátmérő függvénye is, amit szintén be kell írni a szofver első részében az erre kijelölt cellába.

Hogyan segíti az érlelést a füstölés? A füst tartalmaz olyan anyagokat, amelyek pozitívan járulnak az érleléshez. A füstölés során a félkész termék levegő-füst keverékkel érintkező felületén keresztül nedvesség párolog el, így megindul a nedvesség-vándorlás (gyakorlatilag itt kezdődik a vízelvonás) a termék geometriai középpontjától a termék felülete felé. A koncentráció gradiens határozza meg a nedvesség mozgási irányát és a diffúzió sebességét. A termék felszínén koncentráltan gyűlik össze a nitrozomiokromogén, amitől az piros színt kap. A füstben lévő fenolok gátolják az avasodást, ez segíti a hosszan eltarthatóságot. A füstben lévő formaldehid bakteriosztatikus hatású (Lőrincz és Lencsepeti, 1973). A füstben lévő formaldehidnek cserző hatása is van, amely denaturálja felületi fehérjéket és segítik a víz leadást. A gyakorlatban mérő rudak napi bemérésével, vagy a teljes gyártási tétel füstölés utáni tömeg mérésével szokták a füstölési tömeg veszteséget kiszámítani.

Azonban a gyakorlati tapasztalat az, ha a füstölőtéren belül nem egyenletes a légheloszlás, akkor a vízleadás mértéke is eltérő a különböző pontokon. Különösen hagyományos kőfüstölők estében fordul elő az egyenetlen légheloszlás. Az eltérés mértékét csak egyféleképpen lehet megállapítani, ha füstölő több pontjáról beméréseket végzünk és statisztikailag elemezzük a kapott adatsort. Az (1) és (2) képletek főlhasználásá-

BETÁROLT				Betárolás dátuma:		2010.06.23.szerd	
Tömeg (kg)	Mennyiség rúd/pár (db)	Átlagos tömeg rúd/pár (g)	Átlagos víztart. (%)				
2575,00	2400	1072,92	49,74	Kitárolás tervezett dátuma:		2010.07.01.csütörtök	
KITÁROLT				Kitárolás tényleges dátuma:		2010.07.01.csütörtök	
Tömeg (kg)	Mennyiség rúd/pár (db)	Átlagos tömeg rúd/pár (g)	Átlagos víztart. (%)	Füstölőben mért átlagos Apadás (%)	Technológiai Selejt és darab	kg	OK!
2143,73	2390	896,96	39,88	16,4	10,73	10	
↓ KORRIGÁLT ÉRTÉKEK ↓						NEM VOLT	
							KORREKCIÓ
	Mért tömegek (g/rúd vagy pár)	Nagyság szerint sorba rendezve (A-Z)	Osztályköz		Gyakoriság (fi)	Sűrűség (fi/(o.méret*minták))	
1	900	880	880,0	888,0	3	0,01500	
2	880	887	888,1	896,1	6	0,03000	
3	910	888	896,2	904,2	9	0,04500	
4	920	889	904,3	912,3	6	0,03000	
5	912	892	912,4	920,0	1	0,00500	
6	895	893					
7	897	894	Minták száma összesen:		25		
8	902	895					
9	901	895	Átlag:	899,68	Módusz	895	
10	908	897	Szórás:	9,03	Medián	900	
11	889	897	Variancia:	81,58	Pearson asszimmetria mutató	-0,10629	
12	897	899	Mértani közép:	899,63	Megbízhatóság (+)	3,4	
13	892	900	Konfidencia intervallum		896,28		
14	904	900			903,08		
15	910	901	Átlag a konfidencia intervallumban van?		IGEN		
16	899	902					
17	900	902	Kell-e korrigálni?		LEFELE		-0,30%
18	902	904			ELTÉRÉS ELFOGADHATÓ		RENDBEN
19	906	906					
20	888	908					
21	887	910					
22	894	910					
23	893	911					
24	911	912					

2. ábra: A szoftver füstölési apadást statisztikai módszerrel kontroláló része

A kialakult egyensúlyi állapot adott hőmérséklet mellett jön létre és jellemző az élelmiszerre. Ekkor az élelmiszerhez tartozó nedvességtartalmat egyensúlyi nedvességtartalomnak nevezzük. Az élelmiszerek vízállapotát, adott hőmérsékleten vízakaktivitással is jellemezzük. Az Élelmiszerkönyvben meghatározott érték alá kell csökkenteni a termék vízakaktivitását és a gyártmánylapokban, specifikációkban szokás feltüntetni az adott termékre jellemző értéket. Értéke mindig 0 és 1 közé esik, jele: a_w . Következő képlettel

lehet a vízakaktivitást számítani:

$$a_w = \frac{ERP}{100} \quad \text{vagy} \quad a_w = \frac{p}{p_o}, \quad (3)$$

ahol p = a vízgőz parciális nyomása az élelmiszer feletti levegőben, egy adott hőmérsékleten és p_o = a tiszta víz gőznyomása telített térben, ugyanazon a hőmérsékleten.

Az ERP megállapítása azért is fontos, mert ezen értékekhez képest csökkentjük a terem relatív nedvesség tartalmát. A relatív nedvességtartalom értéke kifejezi azt, hogy hányszor kevesebb nedvesség van a levegőben, mint a telítési nedvességtartalom (Imre, 1974).

$$\varphi = \frac{p_i}{p_t} \text{ vagy } \varphi = \frac{\rho_g}{\rho_{gt}} \quad (4)$$

ahol p_i = a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása, és p_t = azonos hőmérsékletű telített levegőben lévő vízgőz parciális nyomása. A szárítási kézikönyvben, a nedves levegőben lévő gőz sűrűségét (ρ_g) hasonlítják össze ugyanezen a hőmérsékleten telítettséget okozó gőz súlyával (ρ_{gt}). A φ értéke 0 és 1 közé esik.

A szárítás/érlelés során a félkész termék külső felületével érintkezik a szárító közeg, így onnan távozik el legelőször a nedvesség. Tehát felület szárad legnagyobb mértékben. Ennek hatására a nagyobb víztartamú helyről (a termék geometriai közepe) felől, vízvándorlás indul meg a szárazabb hely felé (Gasztonyi és Lásztity, 1992). A nedvességvándorlás az élelmiszerben függ a nedvesség gradienstől és hőmérséklet gradienstől. Azonban a nagy hőmérséklet különbség a termék felület és belseje között termo diffúziót idézhet elő és ennek a gradiense ellentétes a nedvesség és koncentráció gradiensekkel, tehát a vízelvétel szempontjából előnytelen. A félkész termék nedvességtartalma a terem levegőjébe párolog. A páratartalom függvénye a nedves levegőben lévő gőz tömege. Így szükségszerű, hogy az x abszolút nedvességtartalmat is bevezessük:

$$x = 0,622 \frac{p_i}{p_\phi - p_i} \quad (5)$$

ahol x = abszolút nedvességtartalom [g/kg]; 0,622 = a vízgőz és a száraz levegő molekulatömegének hányadosa; p_i = a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása [Pa]; p_ϕ = az össznyomás [Pa] (Imre, 1974).

Az érlelés során ügyelni kell arra, hogy a klímaterem levegője sohase legyen telített, hiszen akkor a félkész termékből nem távozhatna a nedvesség a levegőbe. Helyettesítsük be a relatív páratartalmat (4) alapján, a kapott képletet a h - y diagram megszerkesztésénél is alkalmazzák (Fábry, 1995):

$$x = 0,622 \frac{\varphi p_i}{p_\phi - \varphi p_i} \quad (6)$$

A nedvességtartalmak kiszámítása segít meghatározni az érlelés ütemét, a hajtóerő kiszámítása a következő képlettel történik (Mujumdar és Beke, 2002):

$$X_f = (X - X_e) \quad (7)$$

ahol: X_f : szabad nedvességtartalom (kg víz / kg száraz anyag); az X_e : az egyensúlyi nedvességtartalom; X : száraz bázisú nedvességtartalom. Az X kiszámítása (Beke, 1997):

$$X = \frac{W}{100 - W} \quad (8)$$

Így már minden képlet adott a diffúziósebesség meghatározásához. A konvektív szárításnál általánosságban így írjuk fel a diffúziósebesség képletét (Mujumdar, 1997):

$$N = - \frac{m_{\text{száraz}}}{A} \frac{dW}{d\tau} \quad (9)$$

ahol: N = diffúzió sebessége [kg/h]; $m_{\text{száraz}}$ = szárazanyag tömege [kg]; A = szárítandó felület [m²]; τ = a szárítás ideje [h].

A szárítás ideje Filonenko szerint (Ginzburg, 1968):

$$\tau = \frac{1}{N} * \left[2,3 * 28,5 * \lg \frac{W_1^{sz} - W_e^{sz}}{W_2^{sz} - W_e^{sz}} + 0,73 * (W_1^{sz} - W_2^{sz}) \right] \quad (10)$$

ahol N = diffúzió sebessége [kg/h]; W^{sz} = az anyag nedvességtartalma tetszőleges időpontban; W_e^{sz} = az anyag egyensúlyi nedvességtartalma az adott szárítási rendszer esetén.

A fenti képletek ismeretében már tervezhető az érlelés. Maga az érlelési program a termék elkészülésig tervezett ütemű, kontrollált vízelvételt jelent. Mérnöki nyelven pedig a változók kiszámítását értjük ez alatt. Ahhoz, hogy meghatározzuk az állapotváltozók számát, azaz mely paramétereket szükséges precízen szabályozni, használjuk a Gibbs-féle fázistörvényt:

$$F + SZ = K + 2 \quad (11)$$

ahol: F = a fázisok száma; SZ = a szabadsági fokok száma; K = a komponensek száma (Sík, 1997).

Mivel az érlelés során a levegő nedvességtartalmát szabályozzuk, így egyértelmű, hogy az adatok a nedves levegőre vonatkoznak. Maga a nedves levegő kétkomponensű gőz-gáz elegy és az egész közeg gáz fázisú. Behelyettesítve az egyenletet: $1 + SZ = 2 + 2$, átrendezve $SZ = 3$. Tehát 3 olyan paraméter van, amelyet figyelniünk kell és számításnál fölhasználnunk. Az egyik a terem hőmérséklete (T), a másik a levegő páratartalma (φ) és a légköri nyomás (p). Ezeket az értékeket beírva a szoftver megfelelő részébe (3. ábra) könnyedén megírhatjuk az érlelési programot és leellenőrizhetjük helyességét is.

BETÁROLT				BETÁROLÁS DÁTUMA: 2010.07.01. CSÜTÖRTÖK				KALKULÁTOR HŐFOK VÁLTÁSHOZ					
Átlagos hőmérséklet (db)	Átlagos hőmérséklet (g)	Átlagos víztartalom (%)	Egyenlítői Relatív Páratartalom (ERP [%])	Térfogat (m³)	Befűtő nyílás mérete (m²)	Befűtő ventilátor max térfogatárama (m³/h)	Erő	Relatív Páratartalom (φ) [%]	Hőmérséklet (Tterm) [C°]	Relatív Páratartalom (φ) [%]	Kondenzált nedvesség x [g/kg]		
13.73	2390	896.96	39.88	91	100	0.25	15000						
Cél érték				↑ IDE VÍD BE AZ ADATOKAT ↑									
Össz tömeg [kg]	Egy rúdpar tömeg [g]	Vízartalom [%]	Az Érték Tervezett vég dátuma (nap/dátum) :	21	2010.07.22. csütörtök								
1797.57	749.0	28.0											
KITÁROLT				Érték Tényleges vége: 2010.07.23. péntek									
Átlagos hőmérséklet (db)	Átlagos hőmérséklet (g)	Átlagos víztartalom (%)	Értékben mért átlagos Ápadás (%)	Technológiai Selejt és darab	kg	OK	Kihozatali arány [%]	Előírt érték	Ténylegesen mért érték				
2385	754.34	28.36	15.9	4.48	5		69.87%	0.95	0.89				
99.1													
Külső mért értékek				Mért értékek az ételben				Statisztikai értékek az ételre				Választott Ápadás megközelítőleg	
Érték napja	Légnyomás [Pa]	Átlag Hőmérséklet (Tamb) [C°]	Hőmérséklet (Tterm) [C°]	Relatív Páratartalom (φ) [%]	Térfogatáram (m³/h)	Légsebesség (m/s)	Vízgőz Parciális nyomása (p _v) [Pa]	Abszolút nedvesség tartalom (x) [g nedvesség/kg száraz levegő]	Tényleges nedvesség tartalom (x) [g nedvesség/kg száraz levegő]	Entalpia H [kJ/kg]	[rúd/gramm]	[rúd%]	Ütemezés időpontja [gramm]
1	2010.07.01. csütörtök	101325.0	25.0	16	Átl	2500	2.78	1810.349	11.315	9.936	44.801	?	892.47
2	2010.07.02. péntek	101325.0	26.0	16	88	2500	2.78	1810.349	11.315	9.936	41.310	-10.361	882.11
3	2010.07.03. szombat	101325.0	28.0	16	85	2500	2.78	1810.349	11.315	9.992	40.440	-10.361	871.75
4	2010.07.04. vasárnap	101325.0	22.0	16	82	2500	2.78	1810.349	11.315	9.248	39.571	-10.350	861.40
5	2010.07.05. hétfő	101325.0	25.0	16	80	2500	2.78	1810.349	11.315	9.019	38.992	-6.894	854.51
6	2010.07.06. kedd	101325.0	28.0	16	78	2500	2.78	1810.349	11.315	8.791	38.413	-6.889	847.62
7	2010.07.07. szerda	101325.0	30.0	14	88	2500	2.78	1591.026	9.923	8.715	36.167	-2.276	845.34
8	2010.07.08. csütörtök	101325.0	31.0	14	86	2500	2.78	1591.026	9.923	8.514	35.660	-6.049	839.29
9	2010.07.09. péntek	101325.0	35.0	14	84	2500	2.78	1591.026	9.923	8.314	35.153	-6.045	833.25
10	2010.07.10. szombat	101325.0	28.0	14	82	2500	2.78	1591.026	9.923	8.113	34.646	-6.041	827.21
11	2010.07.11. vasárnap	101325.0	29.0	14	80	2500	2.78	1591.026	9.923	7.913	34.140	-6.037	821.17
12	2010.07.12. hétfő	101325.0	32.0	12	88	2500	2.78	1395.334	8.685	7.630	31.372	-8.517	812.65
13	2010.07.13. kedd	101325.0	25.0	12	86	2500	2.78	1395.334	8.685	7.455	30.930	-5.287	807.37
14	2010.07.14. szerda	101325.0	21.0	12	84	2500	2.78	1395.334	8.685	7.279	30.487	-5.284	802.08
15	2010.07.15. csütörtök	101325.0	26.0	12	82	2500	2.78	1395.334	8.685	7.104	30.045	-5.281	796.80
16	2010.07.16. péntek	101325.0	28.0	15	66	2500	2.78	1697.590	10.598	6.955	32.743	-4.495	792.31
17	2010.07.17. szombat	101325.0	30.0	15	64	2500	2.78	1697.590	10.598	6.742	32.205	-6.418	785.89
18	2010.07.18. vasárnap	101325.0	33.0	15	62	2500	2.78	1697.590	10.598	6.529	31.667	-6.413	779.48
19	2010.07.19. hétfő	101325.0	29.0	15	60	2500	2.78	1697.590	10.598	6.316	31.129	-6.409	773.07
20	2010.07.20. kedd	101325.0	28.0	15	58	2500	2.78	1697.590	10.598	6.103	30.591	-6.405	766.66
21	2010.07.21. szerda	101325.0	30.0	15	56	2500	2.78	1697.590	10.598	5.891	30.054	-6.400	760.26
22	2010.07.22. csütörtök	101325.0	28.0	15	54	2500	2.78	1697.590	10.598	5.679	29.517	-6.396	753.87
teljes				15	52	2500	2.78	1697.590	10.598	5.467	28.981	-6.392	748.4
kor	2010.07.23. péntek	101325.0	24.0	15	52	2500	2.78	1697.590	10.598	5.467	28.981	-6.392	748.4

3. ábra: A szoftver értékelési tervező része

A húsipari szárazárakban a vízelvonás közben biokémiai változások mennek végbe, míg az alapanyagtól a késztermékig eljutunk. A vízelvétel következtében csökken a termékben a víz tömege, míg a zsír, illetve fehérje- és só koncentráció nő (Incze, 1987). A biokémiai változásokat közvetve a műszaki paraméterek szabályozásával idézzük elő. A beosztottainkkal azokat a beállításokat tudjuk közölni, amelyek segítenek határidőre és jó minőségben elkészíteni a szárazárut.

A szoftver előnyei:

- ▶ A rajzolt Mollier-féle h-y diagrammal szemben kiküszöböli a leolvasási hibákat, mivel egzakt értékeket mutat minden légköri nyomáson.
- ▶ Minden adatot le lehet olvasni és a hőmérséklet-váltásnál beépített kalkulátor segít a helyes hőfok-pártartalom beállításához.
- ▶ A program megadásánál előre lehet modellezni a bekövetkező változásokat. Régebben ez csak a gyakorlatban volt megoldható és néha kárt okozott.
- ▶ Akár az egész érlelési programot előre meg lehet határozni, ezzel is segítve a legjobb megoldás kiválasztását.
- ▶ Az alapanyag arányoktól a késztermékig minden paramétert kiszámít, amely a tervezéshez kell. Ez a funkció azért is előnyös, mert 2010-től minden húsipari termék címkéjén föl kell tüntetni a húsalapanyag arányt százalékosan.
- ▶ A számításokat automatikusan, gyorsan és precízen elvégzi.
- ▶ Az egyes tervezési szakaszok lapjait kinyomtatva és összefűzve alkalmas a nyomon kövételre alapanyagtól a késztermékig.

Irodalomjegyzék

- Mujumdar, A.S. & Beke J. (2002): Gyakorlati szárítás. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 13-15., 25.
- Beke, J. (szerk.) (1997): Terményszárítás. Budapest, Agroinform Kiadó
- Bíró, G. (szerk.) (2002): Élelmiszer-higiénia. Budapest, Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., 159.
- Boross, L. és Sajgó, M. (2003): A biokémia alapjai, Budapest, Mező Gazda Kiadó, 27.
- Csiszár, V. (1964): Húsvizsgálat és húshigiéne. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 209.
- Fábry, Gy. (szerk.) (1995): Élelmiszer-ipari eljárások és berendezések, Budapest, Mezőgazda Kiadó, 53.
- Gasztonyi, K. és Lásztity, R. (szerk.) (1992): Élelmiszer-kémia 1. Budapest, Mezőgazda Kiadó, 63.
- Ginzburg, A.Sz. (1968): Szárítás az élelmiszeriparban. Budapest, Műszaki Könyvkiadó
- Eszes, F. (2010): Pick szalámi. In: Biacs, P., Szabó, G., Szendrő, P. és Véha, A. (szerk.): Élelmiszer-technológia mérnököknek. Szeged, SZTE MK
- Élelmiszerkönyv: http://www.omgk.hu/Mekv/1/13131_2009.pdf (2010. 06. 16)
- Imre, L. (főszerk.) (1974): Szárítási kézikönyv. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 25-97.
- Incze, K. (1987): The technology and microbiology of Hungarian salami. Tradition and current status. Fleischwirtschaft, 67(1)
- Lásztity, R. (1981): Az élelmiszer biokémia alapjai. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 291.
- Lőrincz, F. és Lencsepeti, J. (1973): Húsipari kézikönyv. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 560.
- Mujumdar, A.S. (1997): Drying Fundamentals. In: Baker, C.G.J. (Ed.) Industrial Drying of Foods. London, Blackie Academic & Professional, 7-30.
- Sík, J. (1997): Kémiai számítások képletgyűjteménye. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 129.

Planning meat industrial drying and ripening processes with Excel

P. Lobár – R. Rajkó

During the dried meat production the companies are still use the old Hungarian standard (not prevailing law anymore) and ripen process is based on experiences. But Hungary is joined to the European Union at 2004 that caused huge change at the Hungarian food market. The main aim was to find a solution which is more than simple experiences, what is adjust to the strong competitive of market, keeps the good quality of food and gives great help to the meat factories. As a result of the study Excel sheets as software was developed answering the entire problems mentioned above. The software has three different parts: the first is chemical planning which will answer the right percentage of basic materials according to the meat and bacon quality; the second part is the statistical control, this will keep the ambiguity at the low level and give the right information; the third part is ripening planner, using this a full time model of the ripening process from the beginning to the end can be made and control, and with this part dependent and independent factors can be considered.

Szerzők neve, beosztása és címe:
Lobár Péter okleveles élelmiszer-mérnök (MSc)
Dr. Rajkó Róbert egyetemi tanár
Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar
6724 Szeged, Mars tér 7.
E-mail: peterlobar_3@msn.com